

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-035225

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/596
G11B 21/10

(21)Application number : 07-180174

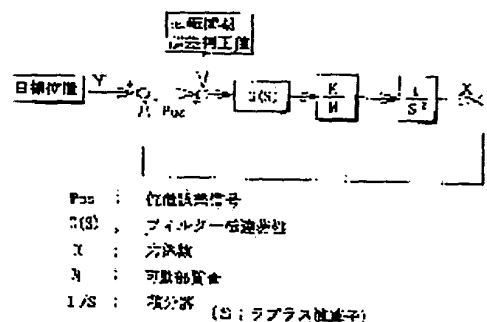
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.07.1995

(72)Inventor : SEO YOSUKE
HORISAKI MAKOTO**(54) HEAD POSITIONING CONTROL METHOD FOR MAGNETIC DISK DEVICE AND SERVO WRITE METHOD FOR MAGNETIC DISK DEVICE****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the ripple of a position signal and to improve the accuracy of adjacent track pitches in a magnetic disk device for positioning a head by closed loop control.

SOLUTION: Compensating data for a rotary synchronized component of a positional signal are prepared, correcting information is recorded in a servo area of a disk, a positional error signal POP is corrected by reading out the correcting data recorded in the servo area and a head is positioned on a specified track by closed loop control based on the corrected positional error signal. In a transfer type STW device, the positional accuracy of a new servo pattern is improved by correcting the ripple of the positional signal (base pattern) recorded in advance.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 08.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3336819

[Date of registration] 09.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-35225

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/596 21/10		8524-5D	G 1 1 B 5/596 21/10	C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平7-180174	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成7年(1995)7月17日	(72) 発明者	瀬尾 洋右 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内
		(72) 発明者	堀崎 誠 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所ストレージシステム事業部内
		(74) 代理人	弁理士 秋本 正実

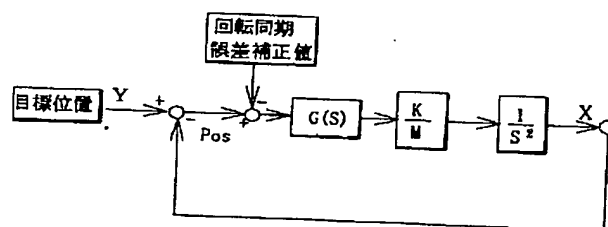
(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置のヘッド位置付け制御方法及び磁気ディスク装置のサーボライト方法

(57) 【要約】

【目的】 閉ループ制御でヘッドを位置付ける磁気ディスク装置において、位置信号のうねりを補正し、隣接トラックピッチ精度の向上を図る。

【構成】 位置信号の回転同期成分の補正データを作成し、上記補正情報をディスクのサーボ領域に記録し、サーボ領域に記録された補正データを読み出して上記位置誤差信号を補正し、補正された位置誤差信号に基づいて閉ループ制御によりヘッドを特定のトラックに位置付ける。また、転写型 S T W の装置においては、予め記録されている位置信号（ベースパターン）のうねりを補正することにより、新たなサーボパターンの位置精度を向上できる。

【図1】



Pos : 位置誤差信号
 $G(S)$: フィルター伝達特性
 K : 力係数
 M : 可動部質量
 $1/S$: 積分器 (S ; ラプラス演算子)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 位置信号とヘッド位置との差に基づいて得られる位置誤差信号で閉ループ制御系を構成することにより、上記ヘッドの移動量を計算して、ヘッドを特定のトラックに位置付ける磁気ディスク装置において、位置信号の回転同期成分の補正データを作成し、上記補正データをディスクのサーボ領域に記録し、サーボ領域に記録された補正データを読み出して位置誤差信号を補正し、補正された位置誤差信号に基づいて閉ループ制御によりヘッドを特定のトラックに位置付けることを特徴する磁気ディスク装置のヘッド位置付け制御方法。

【請求項 2】 ヘッドを特定のトラックに位置付けたフォロイング状態において、位置誤差信号 $P_o s$ を測定し、測定された位置誤差信号 $P_o s$ とサーボ系の一巡伝達特性、その他関連する伝達特性からヘッドの移動量 X を計算し、さらに $P_o s + X$ を計算して上記特定のトラックにおける前記補正データを求めることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置におけるヘッド位置付け制御方法。

【請求項 3】 閉ループ制御の磁気ディスク装置にサーボパターンを記録する際、予め特定のディスク面に記録された位置信号（ベースパターン）に基づいてヘッドを目標トラックに位置付け、新たな位置信号（サーボ信号）を目標トラックに記録する磁気ディスク装置のサーボライト方法において、サーボライト時にヘッド位置制御を行う場合、位置信号（ベースパターン）の回転同期成分を補正することを特徴する磁気ディスク装置のサーボライト方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は閉ループ制御によってヘッドを特定のトラックに位置付ける磁気ディスク装置に係り、特に、位置決め用の位置信号（サーボ信号）の記録及び復調に関し、サーボライト後の位置信号のうねりを補正して均等なトラックピッチを得るのに好適なヘッド位置付け制御方法、及び後述する転写方式 S T W（サーボトラックライト）においてサーボライト時の書き込み位置精度を向上するのに好適なサーボライト方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 閉ループ制御の磁気ディスク装置において、ヘッドを特定のトラックに位置付けるための位置信号は、特開昭 58-222468 号公報に見られるように、偶数トラックと奇数トラックのバーストの振幅差から作られるのが一般的である。この位置信号の記録パターンはサーボパターンと呼ばれ、製品出荷前にサーボトラックライトで記録されるもので、記録後は書きなおされることはない。

【0003】 位置信号は、ヘッドを特定トラックに位置付けるためのガイドであり、位置信号が正確に記録され

ていることが、磁気ディスクのトラック密閉向上のための必須事項である。

【0004】 サーボトラックライトには、特開昭 64-48276 号公報に開示されている様に、ヘッドの送り機能を HDD 外の機構に頼る方式と、特開平 1-208777 号公報の開示されている様に、HDD の機構を利用する転写方式等が知られている。ここで、転写方式とは、HDA（ヘッドディスクアッセンブリ）に組み込まれた磁気ディスク上に既に記録された位置信号（詳しくは、第 1 のベースパターン（ディスクの半径方向に沿ってトラック中心間隔に対応する中心間隔で記録されている）、及び第 2 のベースパターン（セクタ位置に対応する位置毎に半径方向に沿って実質的に連続に記録されている））に基づいて、新たなサーボパターンを記録する方式を意味する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 近年の磁気ディスク装置の高密度化に伴い、トラック密度も向上し、近いうちに初期の光ディスク並のトラック密度に達する見込みである。この様な、高トラック密度化には、より高いトラックピッチ精度、即ち位置信号精度の向上が必要であるが、磁気ディスクの位置信号は、サーボトラックライト時の振動や、磁気ディスク表面の加工等に起因する再生信号の場所による揺らぎ等に起因して、必ずしも、位置信号の十分な平坦性が得られている訳ではない。

【0006】 その結果、位置信号のうねり（非平坦性）に応じて、ヘッドも動くため、トラックピッチ変動が生じることになる。

【0007】 本発明の目的は、サーボライト後の位置信号うねりを補正してトラックピッチの変動を防止する方法を提供することにある。また、別の目的として、上述した転写方式 S T W のサーボライト時のヘッド位置精度を向上して、位置信号品質を向上する方法を提供することにある。なお、ここで言う転写方式 S T W は、前記したように HDA（ヘッドディスクアッセンブリ）に組み込まれたディスク上に既に記録された位置信号（ベースパターン）に対してヘッドを位置付けた状態で、新たな位置信号（サーボパターン）を記録する方法を意味する。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の第 1 の磁気ディスク装置のヘッド位置付け制御方法は、位置信号とヘッド位置との差に基づいて得られる位置誤差信号で閉ループ制御系を構成することにより、上記ヘッドの移動量を計算して、ヘッドを特定のトラックに位置付ける磁気ディスク装置において、位置信号の回転同期成分の補正データを作成し、上記補正データをディスクのサーボ領域に記録し、サーボ領域に記録された補正データを読み出して上記位置誤差信号を補正し、補正された位置誤差信号に基づいて閉ループ制御によりヘッドを特定のトラッ

クに位置付けることを特徴している。

【0009】本発明の第2の磁気ディスク装置のヘッド位置付け制御方法は、上記第1の磁気ディスク装置のヘッド位置付け制御方法において、ヘッドを特定のトラックに位置付けたフォロイング状態を前提とし、その際、位置誤差信号Posを測定し、測定された位置誤差信号Posとサーボ系の一巡伝達特性、その他関連する伝達特性からヘッドの移動量Xを計算し、さらにPos+Xを計算して上記特定のトラックにおける前記補正データを求めることを特徴としている。

【0010】本発明の磁気ディスク装置のサーボライト方法は、閉ループ制御の磁気ディスク装置にサーボパターンを記録する際、予め特定のディスク面に記録された位置信号（ベースパターン）に基づいてヘッドを目標トラックに位置付け、新たな位置信号（サーボ信号）を目標トラックに記録する磁気ディスク装置のサーボライト方法であって、サーボライト時にヘッド位置制御を行う場合、位置信号（ベースパターン）の回転同期成分を補正することを特徴としている。

【0011】

【作用】すなわち、本発明によれば、ヘッドのフォロイング動作中に測定できる位置誤差信号Pos（ディスクに記録されている位置信号とヘッド移動量の相対誤差）とサーボ系の一巡伝達特性、その他関連する伝達特性からヘッドの移動量Xを計算し、STW時の振動やディスクの表面に起因する位置信号のうねりPos+Xを計算し、その計算結果をサーボ領域に補正データとして記録した。フォロイング時に、その補正データを再生し、位置誤差信号Posから減じることによりフォロイング動作におけるヘッド位置を補正する様にした。

【0012】また、転写方式のSTWの信号品質を向上するため、ヘッドが追従するトラックのうねりを位置信号（ベースパターン）に基づく位置誤差信号から計算し、その結果を用いて補正することで、STW時のヘッドの軌道精度を向上した。

【0013】したがって、本発明によれば、閉ループ制御によりヘッドを特定のトラックに位置付ける磁気ディスク装置において、追従すべき軌道（トラック）がうねっている場合でもその軌道のうねりを補正することで、事実上、うねりのない軌道为目标にヘッドの位置制御を行うことができ、HDDにおけるトラックピッチ精度の向上や転写型STWの書き込み位置精度向上を図ることができる。

【0014】

【数1】

$$X(S) = Pos * G(S) * K / M / S^2$$

但し、*は乗算を示す（以下の数式でも同じ）

【0018】また、Posは、フォロイング時の振動や電気ノイズを含むので、回転同期成分を検出するには何回転かの平均をとり非同期成分を除いた信号（（P o

【実施例】以下、添付の図面を用いて本発明の実施例について説明する。

【0015】図1は、本発明が対象とするHDDにおけるサーボ系のブロック図である。図1に示すブロック図において、 $1/S^2$ は、簡単化のために機構系を慣性系と仮定した場合の力と変位の伝達特性を示している。また、Mは可動部の質量であり、KはVCM（ボイスコイルモータ）の電流と力の関係を示す力係数である。G(S)はフィルターやD/A変換器、パワーアンプ等の伝達特性を示している。回転同期誤差補正值は回転同期のうねりを補正するための値であり、検出方法については後述する。目標位置は、サーボトラックライタでディスクに記録された位置信号Y（ディスク上のトラック情報であり、ヘッドを固定したときの位置誤差信号Pos（後述）と同等）を意味し、ディスク表面形状に依存したうねりやサーボライト時の振動等のためにうねっている。この目標位置のうねりがわかり、図1のようにこのうねりを補正（回転同期誤差信号値をサーボ系に対して前向きに加える（ここでは、減算））すれば、平坦な位置信号に対するヘッドの移動量Xが得られ、ヘッドを平坦な位置信号によって位置付けることができる。

【0016】次に、目標位置のうねり成分の検出とそのデータの格納方法について説明する。まず、うねり成分、すなわち回転同期誤差補正值の検出方法について説明する。従来の主な磁気ディスク装置では、VCMの電流の他には、ヘッドの移動量Xとディスク面上の位置信号Yとの差である位置誤差信号Posが検出できるのみである。今、磁気ヘッドが特定のトラックに位置付けられているフォロイング時を仮定する。フォロイング時においては、目標位置を表わす理想的な位置信号Yはゼロであるが、実際にはフォロイング時に出力されている位置信号Yはうねりの成分ということになる。また、図1から明らかなように、ヘッドの移動量Xと位置誤差信号Posとうねりの成分Yの関係は、 $Pos = Y - X$ と表わされる。したがって、目標位置（目標トラック）のうねりYを知るために、測定可能な位置誤差信号Posから慣性座標系に対するヘッドの移動量Xを計算し、 $Y = Pos + X$ の計算から求める。なお、Xは図1から明らかなように、位置誤差信号Posに一巡特性を乗じたものである。この一巡特性は測定可能であり、さらに制御対象をモデル化することにより、数式で表わすことができる。その伝達特性表示を次式に示す。

【0017】

【数1】

s)) に対して計算する。即ち、

【0019】

【数2】

〔数2〕

$$\langle X(S) \rangle = \langle Pos \rangle * G(S) * K / M / S$$

【0020】従って、回転同期の補正データは非同期成分を除いたデータに対して次式で求める。

〔数3〕

【0022】なお、Y、〈X〉の計算は、時間領域での計算を行う。

【0023】図2は、目標位置(Y(Tt))とヘッドの位置(X(t))と位置誤差信号(Pos(t))との関係を示す概念図である。

【0024】次に、上述の方法により各トラック毎に求めた目標位置(目標トラック)のうねり、すなわち回転同期誤差補正値の格納方法について説明する。回転同期誤差補正値(うねり)は、各トラックに対して求めるので、非常に大きな記憶容量が必要になる。そこで、半導体メモリに記録することも可能であるがコストアップになるので、対応する位置情報と合わせてディスク面上の当該トラック上に補正データを記録するようにした。この補正データが図1における回転同期誤差補正値となる。

【0025】図3は、セクタサーボ方式の磁気ディスク装置における磁気ディスク上の位置情報部に補正データ(回転同期誤差補正値)を続けて記録した状態を示した例である。この図を用いて、記録手順等について詳述する。

【0026】図3において、Mはセクタマーカ及び同期領域、Gはグレイコード領域、Pは位置信号領域であり、これらの領域は従来装置で用いられているサーボ情報領域と同一の形態である。セクタマーカにおいて、サーボ領域の位置を検出し、同期領域においてグレイコード領域Gや位置信号領域P等のための基準信号を発生し、グレイコード領域Gではトラックの大まかな位置を検出し、位置信号領域Pで高分解能な位置情報を検出する。本実施例においては、2相サーボパターンが位置信号領域Pに書込まれている。上述した位置信号のうねりは位置信号領域Pのセクタ毎の理想位置からの偏差である。本実施例では、このセクタ毎の偏差を対応するセクタ毎に補正データとして記録する。なお、対応するセクタは同一セクタでも良いし、1セクタ前でもよい。この補正データは、図1に関連して説明した方法で求めた後、コード化され、グレイコードの検出を行う回路と同じ回路により検出する。従って、上記補正データは、グレイコードと同じクロックで記録する。これは、PLL(フェーズロックループ)回路によりサーボ情報領域の同期領域の信号に同期した信号を作り、この信号をクロックとして記録するか、サーボライト時のクロックを利用する。また、補正データはコード化されており、誤検出を防ぐために、CRCと呼ばれる誤りチェック符号やECCと呼ばれる誤り訂正符号を補正データと共に記録する。

【0021】

〔数3〕

$$Y = \langle Pos \rangle + \langle X(S) \rangle$$

【0027】次に、この補正データを用いてフォロイング時の位置誤差信号(回転同期信号)を補正する回路構成について、図4を用いて詳述する。

【0028】図4は、HDAの制御系の概略構成の一例を示すブロック図である。図4において、ヘッド2によりディスク1の磁化状態を検出し、R/W(リード/ライト)IC10で増幅し、AGC(オートゲインコントロール)アンプ11で出力を一定電圧にする。次に、AGCアンプ11の出力をパルス化回路12によりパルス化する。次に、マーカ検出/ゲート信号発生回路(図中、「M検出 ゲート発生」と示す)13によりセクタマーカを検出して、セクタ開始位置を検出し、グレイコード領域、補正データ格納領域等のゲート信号を発生する。これらのゲート信号に基づいて、PLL回路15により記録信号に同期したクロックを発生し、グレイコード検出/補正データコード検出回路(図中、「G検出C検出」と示す)14により、グレイコードの検出、補正データコード及びチェックコードの検出を行う。これらのデータはDSP(デジタルシグナルプロセッサ)17に送られ、POS復調回路16で検出した位置誤差信号と共にヘッドの位置決めを行うための閉ループを構成する。DSP17では、回転同期誤差補正値(補正データ)と位置誤差信号の減算やデジタルフィルターの演算処理を行って制御量を求め、パワーアンプ18を介してVCM3(ボイスコイルモータ)を動かす。この際、補正データは上記した手法により、回転に同期した成分を取り除くようにDSP17で補正する。補正データのCRC処理、ECC処理もDSP17の内部で行う。もし、CRC処理、ECC処理により、補正データが誤検出されたと判明したときは、そのデータは使用しない。

【0029】以上に説明した様に、補正データは位置信号の補正のために用いられるが、位置信号を補正した結果、位置誤差信号はヘッドの動きをより正確に示すことになり、ヘッドの位置チェックにも効果が大い。なお、上記補正操作は全トラックに対して行う必要はなく、うねりの大きい特定のトラックに対してのみ行うことも可能である。

【0030】また、図3で示した例は、記録ヘッドと再生ヘッドが同一の場合であるが、再生ヘッドにMR(磁気抵抗効果)ヘッドが採用され、記録ヘッドと再生ヘッドが複合化されたヘッドが開発されている。このような記録と再生ヘッドが分離された複合ヘッドにおいては、同一のトラックに記録再生する場合、記録と再生でヘッド位置が異なる場合がある。この場合の対策としては、記録時のヘッド位置を正確に位置決めする事が優先され

る。このため、図5に示すように、記録時の再生ヘッド2bのP位置に補正データ格納領域Cを設けて補正データWを記録する。図5は、記録ヘッド2aと再生ヘッド2bの位置を示している。従って、補正データWを記録するには、再生ヘッド2bで読めるように記録ヘッド2aをオフセットして記録する。

【0031】さらに、記録、再生共に補正データを記録するためには、記録用の補正データWと再生用の補正データRをそれぞれ設ける。図6は記録用の補正データW、再生用の補正データRをそれぞれ設けた場合の一例を示す図である。なお、この補正では、ディスク面の特

にうねりが大きい位置のみ補正することも可能である。

【0032】本発明は、磁気ディスク装置のディスク面に転写方式により新たな位置信号（サーボ信号）を記録する場合にも適用することができる。この場合には、閉ループ制御により予め特定ディスク面に記録されている位置信号（ベースパターン）に基づいてヘッドを位置付け、その際に、上記位置信号の回転同期成分の補正データを作成し、上記補正データを用いて位置誤差信号を補正し、補正された位置誤差信号に基づいて閉ループ制御によりヘッドを目標トラックに位置付けて、新たな位置信号（サーボ信号）を記録する。これにより、転写型STWの書き込み位置精度向上を図ることができる。

【0033】この場合のサーボ系も図1と同じであるが、補正誤差は、ディスクに記録する必要はない。即ち、記録すべき位置で、そのトラックのうねりを計算し、次に、そのデータを用いて補正しながらサーボパターンを記録する。次のトラックに移動した後、新たにそのトラックのうねりを計算し上記動作を繰り返す。

【0034】なお、転写方式の場合には、回転同期成分の内、偏芯成分が非常に大きいことがあるので、予め偏芯を求めておき、補正データを求める時点で偏芯分をフィードワード的に補正するようにしても良い。転写による位置信号（サーボ信号）記録時には上記フィードワードの偏芯分に新たに求めた補正データを加えて補正する。

【0035】なお、本実施例は本発明の概念を示したものであり、フォーマットやハード構成等に限定されるものではない。

【0036】上記実施例によれば、閉ループ制御のディ

スク装置において追従すべき軌道がうねっている場合でも、軌道のうねりを修正できるのでトラックピッチ精度の向上を図ることができる。また、転写型STWの装置においては、記録時の追従位置信号のうねりを補正することにより新たなサーボパターンの位置精度を向上できる。また、軌道のうねりを修正する事で、位置誤差信号がヘッドの動きを正確に示すことになり、ライトプロテクトなど、より精度良く設定できる。

【0037】

【発明の効果】本発明によれば、閉ループ制御するサーボ系において、追従すべき軌道がうねっている場合でも、その軌道のうねりを補正することができる。その結果、うねりのない軌道为目标として、ヘッドの位置制御を行う事ができ、HDDにおけるトラックピッチ精度の向上や転写型STWの書き込み位置精度向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が対象とするHDDにおけるサーボ系のブロック図。

【図2】図1に示す目標位置とヘッドの位置と位置誤差信号との関係を示す概念図。

【図3】セクタサーボ方式の磁気ディスク装置における磁気ディスク上の位置情報部に、補正データ（回転同期誤差補正值）を続けて記録した状態の一例を示す図。

【図4】本発明が対象とするHDAの制御系の概略構成の一例を示すブロック図。

【図5】補正データの格納方法の一例を示す説明図。

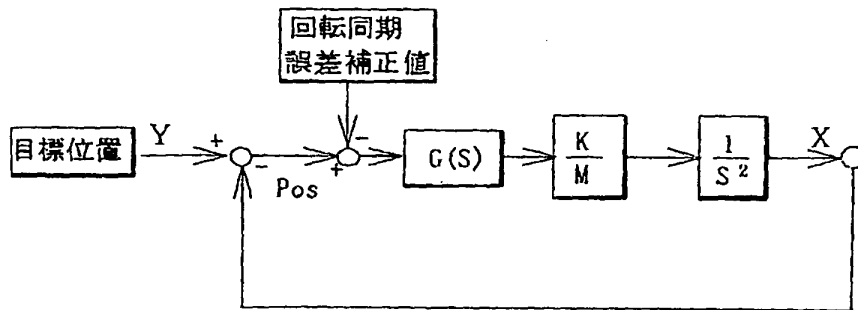
【図6】補正データの格納方法の一例を示す説明図。

【符号の説明】

1…ディスク、2…ヘッド、2a…記録ヘッド、2b…再生ヘッド、3…VCM、4…キャリッジ、10…R/W（リード／ライト）IC10、11…AGC（オートゲインコントロール）アンプ、12…パルス化回路、13…マーカ検出／ゲート信号発生回路（図中、「M検出ゲート発生」と示す）、14…グレイコード検出／補正データコード検出回路（図中、「G検出C検出」と示す）、15…PLL回路、16…POS復調回路、17…DSP（デジタルシグナルプロセッサ）17、18…パワーアンプ（図中、PAと示す）。

【図1】

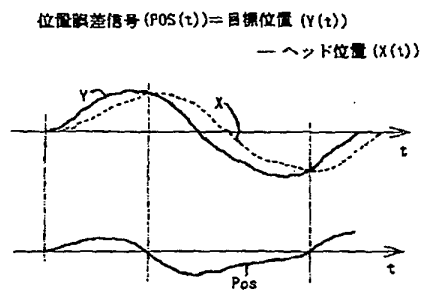
【図1】



Pos ; 位置誤差信号
 $G(S)$; フィルター伝達特性
 K ; 力係数
 M ; 可動部質量
 $1/S$; 積分器 (S ; ラプラス演算子)

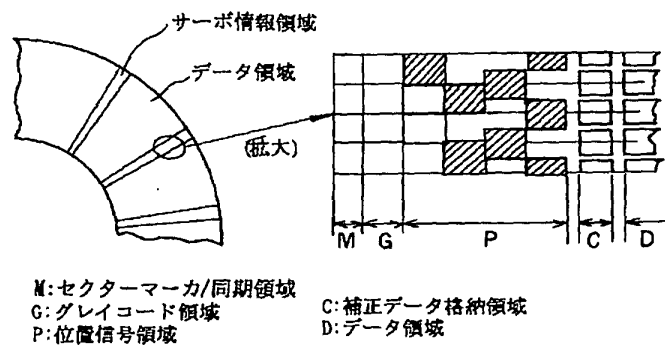
【図2】

【図2】



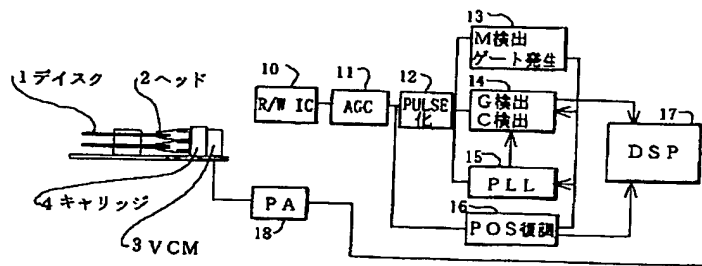
【図3】

【図3】

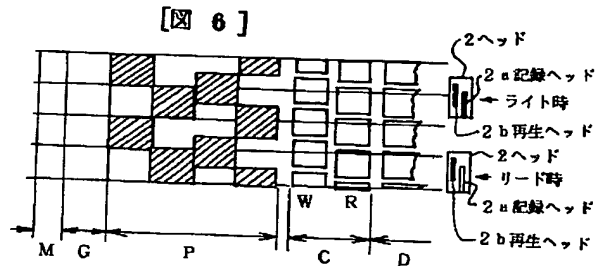


【図4】

【図4】



【図6】

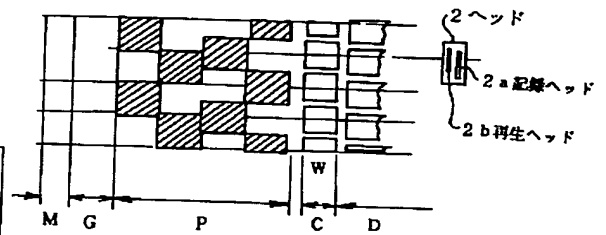


M: セクターマーカ/同期領域
G: グレイコード領域
P: 位置信号領域

C: 補正データ格納領域
D: データ領域

【図5】

【図5】



M: セクターマーカ/同期領域

G: グレイコード領域

P: 位置信号領域

C: 補正データ格納領域

D: データ領域